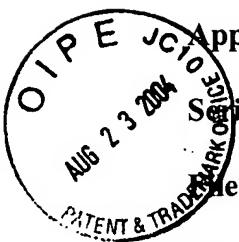


IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

1fw



Applicants: Junji Yamauchi, et al.

Examiner: Unassigned

Serial No.: 10/676,210

Group Art Unit: 2874

Filed: October 1, 2003

Docket: 17079

For: OPTICAL MULTI-DEMULTIPLEXER

Dated: August 19, 2004

Conf. No.: 9725

Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM OF PRIORITY

Sir:

Applicants in the above-identified application hereby claim the right of priority in connection with Title 35 U.S.C. §119 and in support thereof, herewith submit a certified copy of Japanese Patent Application No. 2002-288860, filed on October 1, 2002.

Respectfully submitted,

Thomas Spinelli, Reg. No. 39,533

Scully, Scott, Murphy & Presser
400 Garden City Plaza
Garden City, New York 11530
(516) 742-4343

TS:jap

CERTIFICATE OF MAILING UNDER 37 C.F.R. § 1.8(a)

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on August 19, 2004.

Dated: August 19, 2004

Thomas Spinelli

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年10月 1日
Date of Application:

出願番号 特願2002-288860
Application Number:

[ST. 10/C]: [JP2002-288860]

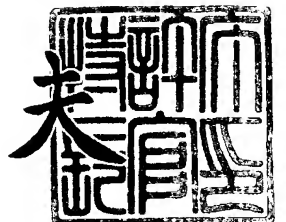
出願人 日本発条株式会社
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2003年10月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2003-3080858

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000202961

【提出日】 平成14年10月 1日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/28
G02B 26/08

【発明の名称】 光合分波器

【請求項の数】 11

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都小金井市貫井南町 3 - 1 1 - 2 6

 【氏名】 山内 潤治

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市金沢区福浦 3 丁目 1 0 番地 日本発条株式会社内

 【氏名】 増田 享哉

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市金沢区福浦 3 丁目 1 0 番地 日本発条株式会社内

 【氏名】 田澤 亮一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都小平市上水南町 4 - 6 - 7 - 1 0 1

 【氏名】 中野 久松

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都小金井市桜町 1 - 1 - 1 4 - 2 0 1

 【氏名】 山本 裕一

【特許出願人】

 【識別番号】 000004640

 【氏名又は名称】 日本発条株式会社

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006551

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光合分波器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に形成された入力導波路と、
湾曲した複数の導波路からなり湾曲の内側から外側に向かって隣り合う前記導波路どうしで光路長が順次長くなるように設けられたチャネル導波路アレイと、
基板上に形成された出力導波路と、
前記入力導波路と前記チャネル導波路アレイとの間に形成された第 1 のスラブ導波路と、
前記チャネル導波路アレイと前記出力導波路との間に形成された第 2 のスラブ導波路と、
を具備する光合分波器において、
前記第 2 のスラブ導波路内の前記チャネル導波路アレイ寄りの位置に、前記第 2 のスラブ導波路とは屈折率が異なり、前記チャネル導波路アレイの各導波路が並ぶ方向に延びる異屈折率部を形成したことを特徴とする光合分波器。

【請求項 2】

前記異屈折率部の屈折率が、前記第 2 のスラブ導波路のコアよりも低いことを特徴とする請求項 1 に記載の光合分波器。

【請求項 3】

前記異屈折率部の屈折率が、前記第 2 のスラブ導波路のクラッド層と同じ値であることを特徴とする請求項 1 に記載の光合分波器。

【請求項 4】

前記異屈折率部が、前記第 2 のスラブ導波路の中央に向かって幅が小さくなるようなテーパ形状をなしていることを特徴とする請求項 2 に記載の光合分波器。

【請求項 5】

前記異屈折率部の屈折率が、前記第 2 のスラブ導波路のコアよりも高いことを特徴とする請求項 1 に記載の光合分波器。

【請求項 6】

前記異屈折率部が、前記第2のスラブ導波路の中央に向かって幅が広がる逆テーパ形状をなしていることを特徴とする請求項5に記載の光合分波器。

【請求項7】

前記異屈折率部が、前記第2のスラブ導波路の両側部から該スラブ導波路の中央に向かって突出する一対の半島状に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の光合分波器。

【請求項8】

前記異屈折率部が、前記第2のスラブ導波路の両側部から離れていることを特徴とする請求項1に記載の光合分波器。

【請求項9】

前記異屈折率部の幅が、前記チャネル導波路アレイの各導波路が並ぶ方向に変化していることを特徴とする請求項1に記載の光合分波器。

【請求項10】

前記異屈折率部の屈折率が、前記チャネル導波路アレイの各導波路が並ぶ方向に変化していることを特徴とする請求項1に記載の光合分波器。

【請求項11】

前記第1のスラブ導波路内の前記チャネル導波路アレイ寄りの位置と、前記第2のスラブ導波路内の前記チャネル導波路アレイ寄りの位置との少なくとも一方に、前記異屈折率部とは別に、前記各スラブ導波路とは屈折率の異なる島状領域が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の光合分波器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長分割多重光信号の合波あるいは分波に使用されるアレイ導波路回折格子型の光分岐器に係り、特に、広帯域な光波長特性を有する光合分波器に関する。

【0002】

【従来の技術】

光通信の分野において、複数の信号を別々の波長の光にのせ、1本の光ファイ

ばで伝送することによって情報容量を拡大する波長分割多重伝送方式が研究されている。この伝送方式においては、互いに異なる複数種類の波長の光を合波あるいは分波するための光合分波器が重要な役割を果たす。各種の光合分波器のうちアレイ導波路回折格子（AWG）を用いる光合分波器は、狭い波長間隔で波長の多重数を大きくすることができるため、有望視されている。

【0003】

従来のアレイ導波路回折格子は、基板上に形成された入力導波路と、出力導波路と、湾曲した多数の導波路からなるチャネル導波路アレイと、前記入力導波路と前記チャネル導波路アレイとの間に形成された入力側の扇形スラブ導波路と、前記チャネル導波路アレイと前記出力導波路との間に形成された出力側の扇形スラブ導波路とを備えている。前記チャネル導波路アレイは、互いに隣り合う導波路どうしが所定の光路長差を有するよう、湾曲の内側から外側に向かって光路長を順次長くしている。

【0004】

このため、チャネル導波路アレイの各導波路の一端側に入射した波長分割多重光信号は、周波数ごとに光の位相にずれを生じながら、各導波路の他端側に向かって伝播する。この位相ずれ量は光の波長に依存し、集束光の波面が波長に応じて傾いているため、出力側の扇形スラブ導波路内での各光の集光位置が各光の波長に応じて異なることになる。こうして分波された波長の異なる光は、各波長に応じて、互いに異なる位置の出力導波路に集光する。

【0005】

従来のように扇形スラブ導波路の屈折率が一樣な場合、入力界分布がガウシアンタイプであれば、集光点ではそのままガウシアン分布の界分布を作り出すことになる。この結果、波長特性は従来のような各チャネルの中心波長の1点でピークをもつようなものとなる。

【0006】

図10は、前記従来のアレイ導波路回折格子において、出力側の扇形スラブ導波路と出力導波路との境界における電界分布を示している。この電界分布はビームの中心に鋭いピークを有している。このため電界のピークを所定の出力導波路

の中心に正確に当てることができれば、効率良く光を伝達することができる。

【0007】

図11は従来のアレイ導波路回折格子の波長特性を示している。図11の横軸は波長、縦軸は損失を示している。このように従来のアレイ導波路回折格子では、各導波路ごとに、中心波長にピークをもつ放物線状の波長特性をなしている。

【0008】

このため従来のアレイ導波路回折格子は、温度変化などによって、レーザ光源の波長が各導波路の中心光波長から僅かでも変化すると、損失が大幅に増大してしまうという問題があった。

【0009】

このような問題は、図12に示すアレイ導波路回折格子1によってある程度解決することができる。このアレイ導波路回折格子1は、入力導波路2と扇形スラブ導波路3との境界に、入力導波路2のコアがスラブ導波路3に向かって広がる二次関数形状のパラボリック部4を有している。このスラブ導波路3にはチャンネル導波路アレイ5が接続されている。

【0010】

上記従来例では、パラボリック部4を設けることにより、各入力導波路2からスラブ導波路3内に伝播した光がマルチモード化し、高次モードが発生する。これによりダブルピークをもつ界分布が作り出され、ある程度の広帯域特性を得ることが可能となる。(例えば下記特許文献1, 2, 3を参照)

【0011】

【特許文献1】

特開平7-333447号公報

【0012】

【特許文献2】

特開平9-297228号公報

【0013】

【特許文献3】

特開平10-197735号公報

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

しかしパラボリック部4を有するアレイ導波路回折格子1は、パラボリック部4を設ける分だけ光路長が長くなるため、全体寸法が大きくなってしまうという欠点がある。また、隣り合う複数の導波路2に形成されたパラボリック部4同士が互いに接近するため、アレイ導波路回折格子1を製造する際に、パラボリック部4のコア間にクラッド層を十分に埋め込むことが困難になるという問題もある。

【0015】

従って本発明の目的は、製造が困難化することなく、広帯域な光波長特性が得られる光合分波器を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明の光合分波器は、基板上に形成された入力導波路と、湾曲した複数の導波路からなり湾曲の内側から外側に向かって隣り合う前記導波路どうしで光路長が順次長くなるように設けられたチャネル導波路アレイと、基板上に形成された出力導波路と、前記入力導波路と前記チャネル導波路アレイとの間に形成された第1のスラブ導波路と、前記チャネル導波路アレイと前記出力導波路との間に形成された第2のスラブ導波路と、を具備する光合分波器において、前記第2のスラブ導波路内の長さ方向中央部よりも前記チャネル導波路アレイ寄りの位置に、前記第2のスラブ導波路とは屈折率が異なり、前記チャネル導波路アレイの各導波路が並ぶ方向に延びる異屈折率部を形成している。

このような異屈折率部を設けることにより、光の集光位置をずらすことができる。

【0017】

前記異屈折率部の屈折率は、例えば第2のスラブ導波路のコアの屈折率よりも低く、望ましくは第2のスラブ導波路のクラッド層の屈折率と同じ値である。この場合、前記異屈折率部が、前記第2のスラブ導波路の中央に向かって幅が小さくなるようなテーパ状をなしているとよい。

【0018】

場合によっては、前記異屈折率部の屈折率が第2のスラブ導波路のコアの屈折率よりも高くてもよい。この場合、前記異屈折率部が、前記第2のスラブ導波路の中央に向かって幅が大きくなるような逆テーパ状をなしているとよい。

【0019】

本発明の好ましい形態では、前記異屈折率部が、前記第2のスラブ導波路の両側部から該スラブ導波路の中央に向かって突出する一対の半島状に形成されているとよい。この場合、チャンネル導波路アレイから第2のスラブ導波路に入った光の集光位置を半分づつ対称にずらすことになり、第2のスラブ導波路と出力導波路との境界において複数の電界分布が重なったフラットな光分布が形成される。なお、前記異屈折率部が、前記第2のスラブ導波路の両側部から離れていてもよい。

【0020】

本発明では、前記異屈折率部の幅、または屈折率が、前記チャンネル導波路アレイの各導波路が並ぶ方向に変化していてもよい。

【0021】

本発明の好ましい形態では、前記第1のスラブ導波路内のチャンネル導波路アレイ寄りの位置と、前記第2のスラブ導波路内のチャンネル導波路アレイ寄りの位置との少なくとも一方に、前記異屈折率部とは別に、前記各スラブ導波路とは屈折率の異なる島状領域が形成されているとよい。

【0022】**【発明の実施の形態】**

以下に本発明の第1の実施形態について図1から図8を参照して説明する。

図1は、アレイ導波路回折格子（AWG）型の光合分波器10を示している。この光合分波器10は、基板11上に形成された複数の入力導波路12と、第1の扇形スラブ導波路13と、湾曲した多数の導波路14aからなるチャンネル導波路アレイ14と、第2の扇形スラブ導波路15と、複数の出力導波路16などを備えている。入力導波路12と出力導波路16には光ファイバ（図示せず）等が接続されるようになっている。

【0023】

第1のスラブ導波路13は、入力導波路12とチャネル導波路アレイ14との間に形成され、入力導波路12とチャネル導波路アレイ14とを光学的に接続している。

【0024】

第2のスラブ導波路15は、チャネル導波路アレイ14と出力導波路16との間に形成され、チャネル導波路アレイ14の各導波路14aと出力導波路16とを光学的に接続している。

【0025】

これらのスラブ導波路13、15は、図3に示すように、例えば石英ガラスあるいはシリコンなどからなる基板11と、基板11上に平面状に広がるコア20と、コア20を覆うクラッド層21を備えている。

【0026】

チャネル導波路アレイ14は、互いに長さが異なる湾曲した形状の複数の導波路14aを有している。各導波路14aは、互いに隣り合うものどうしで、所定の光路長差 ΔL を有するよう、湾曲の内側に位置するものから湾曲の外側に向かって、光路長を順次長くしている。

【0027】

このため、チャネル導波路アレイ14の各導波路14aの一端側から入射した波長分割多重光信号は、周波数ごとに光の位相にずれを生じながら、各導波路14aの他端側に向かって伝播する。この位相ずれ量は光の波長に依存し、集束光の波面が波長に応じて傾いているため、第2のスラブ導波路15内での各光の集光位置が、各光の波長に応じて異なる。こうして分波された波長の異なる光が、各波長に応じた位置にある出力導波路16に集光することになる。

【0028】

この明細書では、便宜上、光が入射する側（例えば一方の導波路12）を入力導波路と称し、光が出射する側（他方の導波路16）を出力導波路と称しているが、光が逆方向から入射する場合には、一方の導波路12が出力導波路、他方の導波路16が入力導波路となる。

【0029】

この光合分波器10は、第1のスラブ導波路13と第2のスラブ導波路15の少なくとも一方に、複数の島状領域30（図1と図2に模式的に示す）が形成されている。なお、図1と図2は、各導波路12、14a、16および島状領域30の全数のうち、一部のみを模式的に示している。

【0030】

図4に示すように島状領域30は、例えば石英ガラス等からなる基板11上にクラッド層21と一体に形成されている。島状領域30の屈折率は、その周りのコア20の屈折率よりも低い。

【0031】

これらの島状領域30は、チャネル導波路アレイ14の各導波路14aと関連した位置に形成されている。例えば第1のスラブ導波路13内において、チャネル導波路アレイ14の各導波路14aと入力導波路12とを結ぶそれぞれの軸線の間、島状領域30が形成されている。島状領域30は、光合分波器10の使い方に応じて、第1のスラブ導波路13と第2のスラブ導波路15の双方に設ける場合もあるし、いずれか一方のみに設ける場合もありえる。

【0032】

図2に示されるように、チャネル導波路アレイ14と第2のスラブ導波路15との境界近傍に、一对の異屈折率部40が形成されている。これらの異屈折率部40は、第2のスラブ導波路15の両側部15a、15bからスラブ導波路15の中央に向かって突き出るように、半島状に形成されている。

【0033】

異屈折率部40は、第2のスラブ導波路15内のチャネル導波路アレイ14寄りの位置、すなわちスラブ導波路15の長手方向中間位置よりもチャネル導波路アレイ14に近い位置に形成されている。異屈折率部40の屈折率は第2のスラブ導波路15とは異なっている。本実施形態の場合、異屈折率部40の屈折率は第2のスラブ導波路15のコア20よりも低い値としている。

【0034】

好ましくは、異屈折率部40の屈折率をクラッド層21の屈折率と同等にする

ことにより、クラッド層 21 と異屈折率部 40 とを同一材料によって、一体に成膜できるようにしている。この異屈折率部 40 は、チャネル導波路アレイ 14 の各導波路 14a が並ぶ方向、すなわちスラブ導波路 15 の幅方向（図 2 に矢印 X で示す方向）に延びている。

【0035】

異屈折率部 40 の幅 W（図 5 に示す）は、スラブ導波路 15 の中央から両側部 15a, 15b に向かってテーパ状に広がってゆくように、チャネル導波路アレイ 14 の各導波路 14a が並ぶ方向（矢印 X 方向）に変化している。すなわち異屈折率部 40 の屈折率がスラブ導波路 15 のコア 20 よりも低い場合、異屈折率部 40 の形状は、スラブ導波路 15 の中央に向かって幅が小さくなるようなテーパ状をなしている。異屈折率部 40 のテーパ形状は、光合分波器 10 の比屈折率差、スラブ導波路 15 の長さ、入出力導波路 12, 16 のコアサイズなどの関係によって、最適な形状が決定される。

【0036】

また、異屈折率部 40 の屈折率がスラブ導波路 15 のコア 20 よりも高くてもよい。この場合、異屈折率部 40 の形状は、スラブ導波路 15 の中央に向かって幅が大きくなるような逆テーパ形状をなしているとよい。

【0037】

なお、異屈折率部 40 の屈折率が、チャネル導波路アレイ 14 の各導波路 14a が並ぶ方向（矢印 X 方向）に変化するように、異屈折率部 40 の屈折率を調整してもよい。

【0038】

次に、上記光合分波器 10 の製造方法について説明する。

基板 11 には石英ガラスを用いる。スラブ導波路 13, 15 のコア 20 と、チャネル導波路アレイ 14 の各導波路 14a は、ゲルマニウムを添加した石英ガラスによって $6\mu\text{m}$ の厚さで一体に形成した。ガラスの形成方法は、CVD (Chemical vapor deposition) 法、火炎堆積法 (FHD 法)、蒸着法などを利用できる。クラッド層 21 の屈折率 (n_{c1}) = 1.4574、コア 20 とチャネル導波路アレイ 14 の各導波路 14a の屈折率 (n_{c0}) = 1.4684、比屈折率

差 $\Delta = 0.75\%$ 、チャネル導波路アレイ 14 の各導波路 14 a の断面は $6 \times 6 \mu\text{m}^2$ とした。

【0039】

コア 20 と島状領域 30 と異屈折率部 40 の各パターンは、リアクティブイオンエッチング法により同時に形成した。パターン形成後にクラッド層 21 を所定の厚さに形成した。島状領域 30 と異屈折率部 40 を形成する個所において、コア 20 が部分的にえぐられ、その後、クラッド層 21 を所定の厚さに形成することにより、コア 20 の上記えぐられた部分にクラッド層 21 の一部が入り込む。なお、基板 11 にシリコンを用いる場合には、基板 11 とコア 20 との間に下部クラッド層（図示せず）が形成される。

【0040】

次に、前記光合分波器 10 の作用について説明する。

入力導波路 12 から第 1 のスラブ導波路 13 に入射した波長分割多重信号光はシングルモードであり、一般にガウス分布型のパワー分布をもつ。第 1 のスラブ導波路 13 に入射した光は、第 1 のスラブ導波路 13 のコア 20 において、スラブ導波路 13 の横方向（幅方向）に広がる。そしてチャネル導波路アレイ 14 の各導波路 14 a に入射する。

【0041】

チャネル導波路アレイ 14 を構成している湾曲した形状の各導波路 14 a は、湾曲の内側から外側に向かって光路長が順次長くなっている。このため、各導波路 14 a に入射した波長分割多重光信号は、周波数ごとに光の位相にずれが生じた状態で、第 2 のスラブ導波路 15 に入射する。

【0042】

第 2 のスラブ導波路 15 内を伝播した波長多重信号の各光は、第 2 のスラブ導波路 15 と出力導波路 16 との境界において、波長によって互いに異なる集光点に向かう。そして各波長の光が出力導波路 16 に向かう途中で、半島状の異屈折率部 40 を通ることにより、第 2 のスラブ導波路 15 と出力導波路 16 との境界において、以下に述べるような収束状態が発生する。

【0043】

すなわち、チャンネル導波路アレイ 14 の各導波路 14 a から出て第 2 のスラブ導波路 15 に入った光は、出力導波路 16 に向かう途中で、図 5 に示すように半島状の異屈折率部 40 に到達する。これらの光 A1, A2, A3, A4 は、異屈折率部 40 を横切る距離 L1, L2, L3, L4 が互いに異なるため、位相の差を生じる。

【0044】

このため、異屈折率部 40 の屈折率がスラブ導波路 15 よりも低い場合、スラブ導波路 15 の両側部 15 a, 15 b に近い光ほど、異屈折率部 40 において、界が加速されることになる。このため図 5 に示すように等位相面が傾き、本来の集光点よりも内側にシフトした位置が集光点となる。

【0045】

異屈折率部 40 を設けない場合には、集光点（同位相点）は 1 点となる。しかし異屈折率部 40 を設けた場合、図 6 に L', L'' で示すように、集光点（同位相点）が広がる。すなわち、L', L'' は L よりも長い、異屈折率部 40 を通る光は速く進む。このため、L', L'' を通る光の位相が従来の集光点と同位相になる点が、矢印 Z1, Z2 で示す方向にずれる。その結果、集光点での界分布が広がる。

【0046】

よってチャンネル導波路アレイ 14 の各導波路 14 a から出た各々の光の集光点は、左右半分づつがそれぞれスラブ導波路 15 の両側部 15 a, 15 b に向かってシフトする。このため、界分布はダブルピークのように広がり、図 7 に示すようにフラットに近い界分布が得られる。

【0047】

なお、上記位相差は、理論上は導波路アレイ 14 の光路差を少しずつ変化させることでも可能である。しかし現実には、非常に微少な光路距離の制御が必要になるため、製造が困難である。これに対し異屈折率部 40 を形成することは、製造上、困難なことではない。

【0048】

これらの効果を確認するために、以下のパラメータのもとで光合分波器 10 の

ビーム伝搬解析によるシミュレーションを行った。パラメータの一例は、チャンネル導波路アレイ 14 の各導波路 14 a の断面寸法 $6 \times 6 \mu\text{m}$ 、比屈折率差 $\Delta 0.75\%$ 、スラブ導波路 13, 15 の各々の長さ $9381 \mu\text{m}$ 、入力導波路 12 と出力導波路 16 のピッチ $25 \mu\text{m}$ 、チャンネル導波路アレイ 14 の導波路 14 a のピッチ $25 \mu\text{m}$ 、各導波路 14 a の光路長差 $126 \mu\text{m}$ である。

【0049】

この実施形態では、光合分波器 10 の低損失化を図るために、第 1 のスラブ導波路 13 と第 2 のスラブ導波路 15 に島状領域 30 を形成した。島状領域 30 の形状は台形とし、台形底辺の幅 $12.64 \mu\text{m}$ 、上辺 $3.62 \mu\text{m}$ 、長さ（台形の高さ） $64.57 \mu\text{m}$ 、島状領域 30 からチャンネル導波路アレイ 14 までの距離を $123.43 \mu\text{m}$ とした。

【0050】

シミュレーションの結果を図 8 に示す。

島状領域 30 を設けたことにより、光合分波器 10 全体の挿入損失を 1.3 dB 程度に抑制することができた。分波される波長の間隔は周波数換算値で 100 GHz 間隔であった。

【0051】

広帯域化を実現するための半島状の異屈折率部 40 は、第 2 のスラブ導波路 15 のみに形成すればよい。異屈折率部 40 の出力導波路 16 側の面 40 a（出力導波路 16 と対向する面 40 a）は、島状領域 30 が並ぶ方向に沿って僅かに湾曲した形状をなしている。

【0052】

異屈折率部 40 のチャンネル導波路アレイ 14 側の面 40 b（チャンネル導波路アレイ 14 と対向する面 40 b）は、チャンネル導波路アレイ 14 の各導波路 14 a から本来の集光点に向かう光（一例として図 5 に示す光 A1～A4）が異屈折率部 40 を横切る長さ（距離 $L1 \sim L4$ ）が、スラブ導波路 15 の中央から両側部 15 a, 15 b に向かって、 $3.3 \mu\text{m}$ ずつ延びていくような点を結んだ線分によって形成される。

【0053】

異屈折率部 40 の頂点 40 c (図 2 に示す) は、第 2 のスラブ導波路 15 のチャンネル導波路アレイ 14 側の端から $115\ \mu\text{m}$ の位置にある。この異屈折率部 40 により、スラブ導波路 15 の光の集光位置を左右半分ずつずらすことが可能となった。

【0054】

ビーム伝搬解析によりシミュレーションを行ったところ、この実施形態の光合分波器 10 は、従来のアレイ導波路回折格子と同様に $100\ \text{GHz}$ 間隔の波長分波特性を示していた。そしてこの光合分波器 10 は、 $100\ \text{GHz}$ の波長間隔において、 $62.5\ \text{GHz}$ の $1\ \text{dB}$ 帯域幅、 $87.5\ \text{GHz}$ の $3\ \text{dB}$ 帯域幅といった広い帯域幅を有することが確認された。

【0055】

これに対し、異屈折率部 40 を形成しない従来のアレイ導波路回折格子では、 $100\ \text{GHz}$ の波長間隔において、 $12.5\ \text{GHz}$ の $1\ \text{dB}$ 帯域幅、 $25\ \text{GHz}$ の $3\ \text{dB}$ 帯域幅という、狭い帯域幅であった。

【0056】

異屈折率部 40 の位置をスラブ導波路 15 の長さ方向 (図 2 に矢印 Y で示す方向) に移動させ、シミュレーションを行った。異屈折率部 40 の形状は、チャンネル導波路アレイ 14 の各導波路 14 a から出た光が異屈折率部 40 を横切る長さが、隣り合う導波路 14 a どうしで同じ変化量になる形状とした。このような形状の異屈折率部 40 では、異屈折率部 40 の位置に関わらず同様の界分布を得ることができた。

【0057】

一例として、異屈折率部 40 の頂点 40 c の位置が、第 2 のスラブ導波路 15 の端 (チャンネル導波路アレイ 14 との境界) から $110\ \mu\text{m}$ 、 $115\ \mu\text{m}$ 、 $120\ \mu\text{m}$ の 3 種類の場合についてシミュレーションを行ったところ、3 種類の界分布が互いに重なることが判った。すなわち異屈折率部 40 を設ける位置に関わらず、同一の界分布が得られた。

【0058】

なお前記実施形態では、損失特性向上のために島状領域 30 を形成したが、島

状領域 3 0 のないアレイ導波路回折格子においても、異屈折率部 4 0 を設けることにより、前記実施形態と同様に広帯域化を実現することができる。

【0 0 5 9】

図 9 に示す第 2 の実施形態の光合分波器 1 0 のように、異屈折率部 4 0 が第 2 のスラブ導波路 1 5 の両側部 1 5 a, 1 5 b から離れていてもよい。それ以外の構成と作用効果について、この第 2 の実施形態の光合分波器 1 0 は、前記第 1 の実施形態の光合分波器 1 0 と同様であるから、第 1 の実施形態と共通の個所に同一の符号を付して説明を省略する。

【0 0 6 0】

【発明の効果】

請求項 1 の発明によれば、第 2 のスラブ導波路内に異屈折率部を設けたことにより、例えば 1 d B 帯域幅あるいは 3 d B 帯域幅等を大幅に増大でき、平坦化された電界分布をもつ広帯域の光波長特性が得られる。このため本発明によれば、レーザ等の光源の波長が温度変化等によって各信号チャネルの中心波長から変動した場合でも、通過損失の増加が抑制される。

【0 0 6 1】

請求項 2 の発明によれば、スラブ導波路のコアよりも屈折率の低い材料を用いて異屈折率部を形成することができる。

請求項 3 の発明によれば、スラブ導波路のクラッド層と同じ屈折率の材料を用いて異屈折率部を容易に形成することができる。

【0 0 6 2】

請求項 4 の発明によれば、テーパ形状の異屈折率部によって、本発明の目的を果たすことができる。

請求項 5 の発明によれば、スラブ導波路よりも屈折率の高い異屈折率部によって、本発明の目的を果たすことができる。

請求項 6 の発明によれば、逆テーパ形状の異屈折率部によって、本発明の目的を果たすことができる。

【0 0 6 3】

請求項 7 の発明によれば、第 2 のスラブ導波路の両側部から半島状に突出する

一对の異屈折率部を形成することにより、チャネル導波路アレイの各導波路から出た光の集光点が、半分づつ対称にずれることになり、フラットな界分布を得やすく、より広帯域な光分布が得られる。

請求項 8 の発明によれば、第 2 のスラブ導波路の両側部から離れている島状の異屈折率部によって、本発明の目的を果たすことができる。

【 0 0 6 4 】

請求項 9 の発明によれば、異屈折率部の幅を、前記チャネル導波路アレイの各導波路が並ぶ方向に変化させることにより、各光がこの異屈折率部を横切る長さを各光ごとに变化させることができ、集光位置を所望量だけシフトさせることができる。

【 0 0 6 5 】

請求項 1 0 の発明によれば、異屈折率部の屈折率を、前記チャネル導波路アレイの各導波路が並ぶ方向に変化させることにより、異屈折率部を横切る各光に位相差をもたせることができ、集光位置を所望量だけシフトさせることができる。

【 0 0 6 6 】

請求項 1 1 の発明によれば、スラブ導波路内に前記異屈折率部とは別に島状領域を設けることにより、請求項 1 による効果に加えて、光合分波器全体の低損失化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態を示す光合分波器の平面図。

【図 2】 図 1 に示された光合分波器の第 2 のスラブ導波路等を拡大して模式的に示す図。

【図 3】 図 2 中の F 3 - F 3 線に沿う光合分波器の一部の断面図。

【図 4】 図 2 中の F 4 - F 4 線に沿う光合分波器の一部の断面図。

【図 5】 図 1 に示された光合分波器において、異屈折率部を通る光の等位相面が傾く様子を模式的に示す図。

【図 6】 図 1 に示された光合分波器において、異屈折率部を通る光の集光点がシフトする様子を模式的に示す図。

【図 7】 図 1 に示された光合分波器において、第 2 のスラブ導波路と出力

導波路との境界における電界分布を示す図。

【図 8】 図 1 に示された光合分波器の波長特性の一例を示す図。

【図 9】 本発明の第 2 の実施形態を示す光合分波器の平面図。

【図 10】 従来のアレイ導波路回折格子において、第 2 のスラブ導波路と出力導波路との境界における電界分布を示す図。

【図 11】 従来のアレイ導波路回折格子の波長特性を示す図。

【図 12】 パラボリック部を有する従来のアレイ導波路回折格子の一例を示す平面図。

【符号の説明】

10…光合分波器（アレイ導波路回折格子）

11…基板

12…入力導波路

13…第 1 のスラブ導波路

14…チャンネル導波路アレイ

14a…導波路

15…第 2 のスラブ導波路

16…出力導波路

20…コア

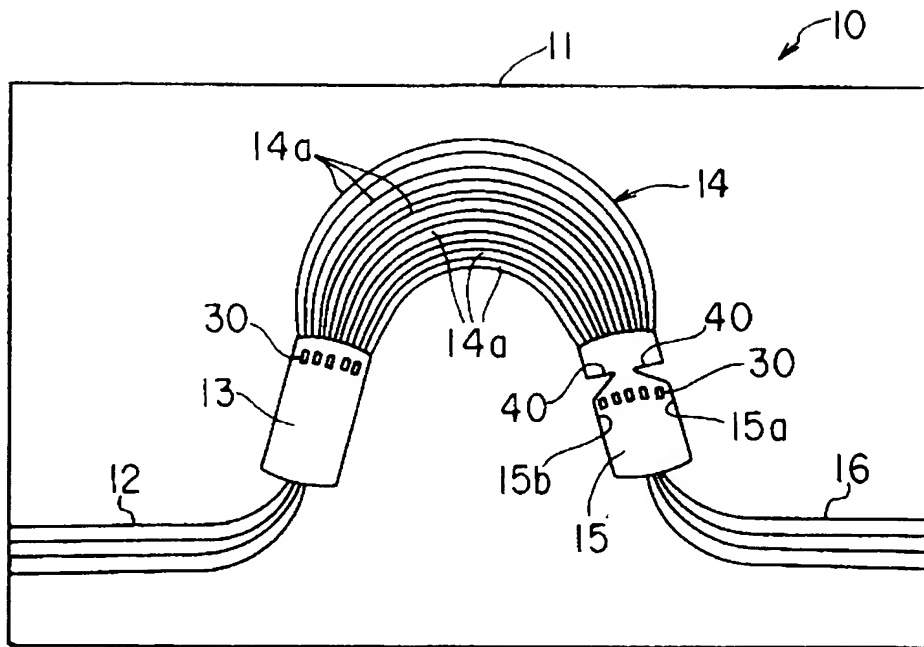
21…クラッド層

30…島状領域

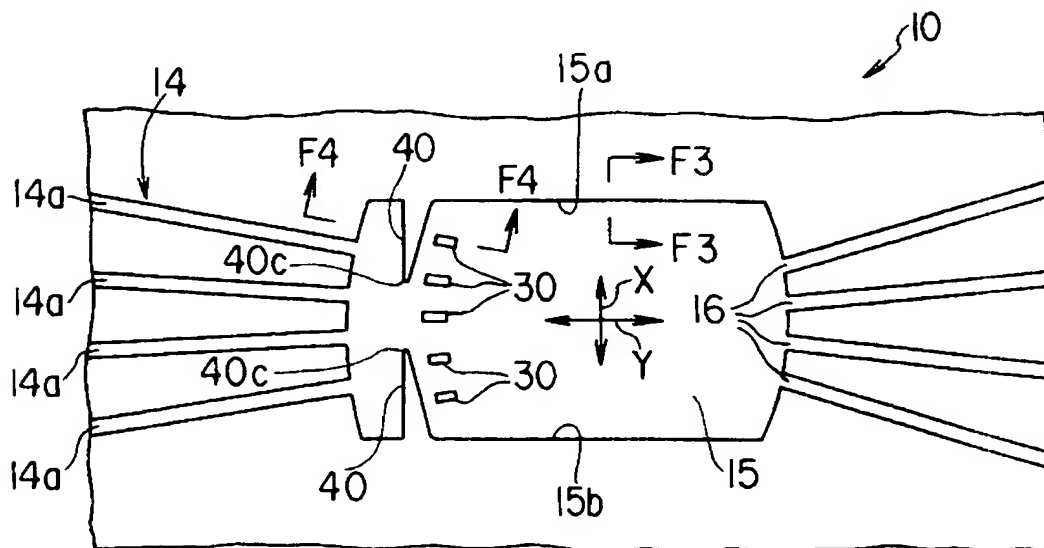
40…異屈折率部

【書類名】 図面

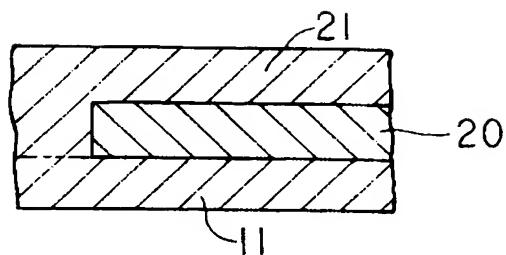
【図 1】



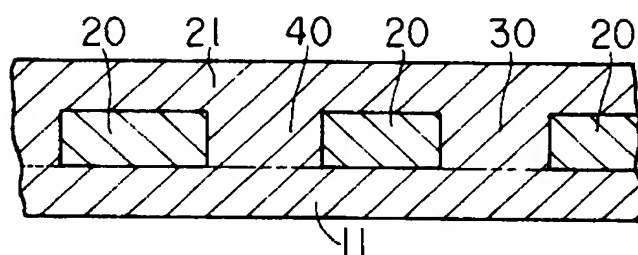
【図 2】



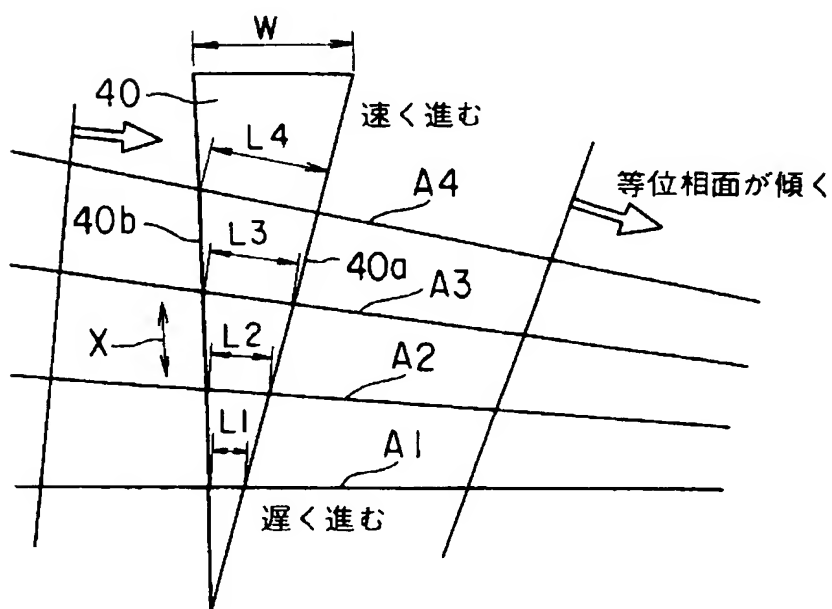
【図 3】



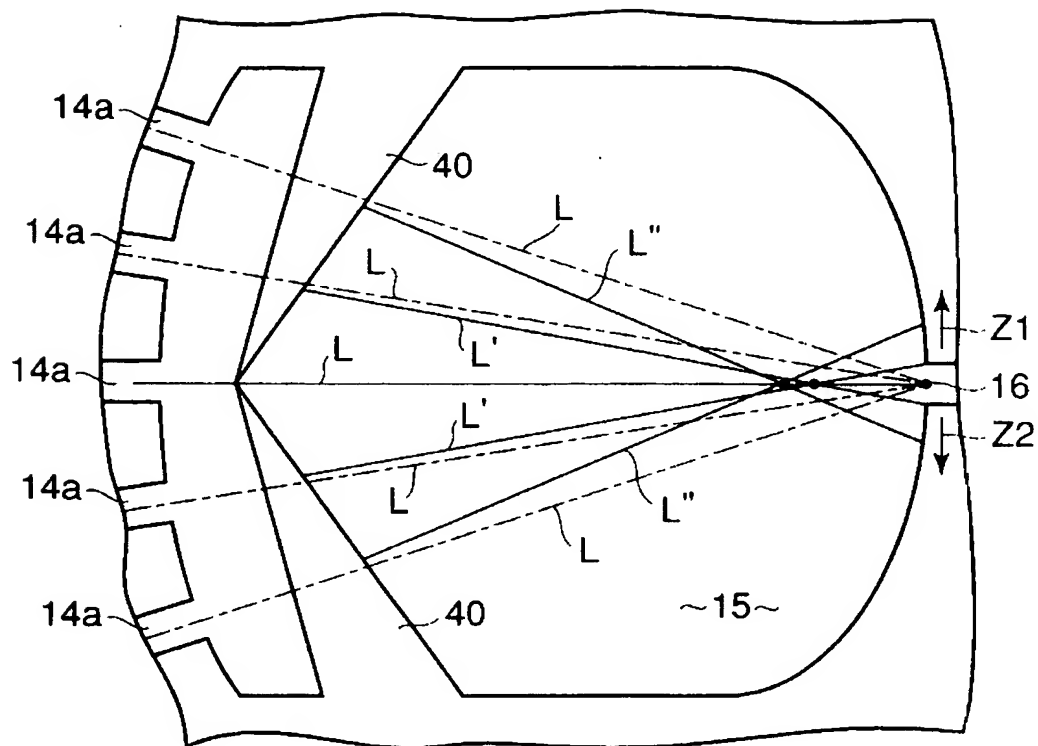
【図 4】



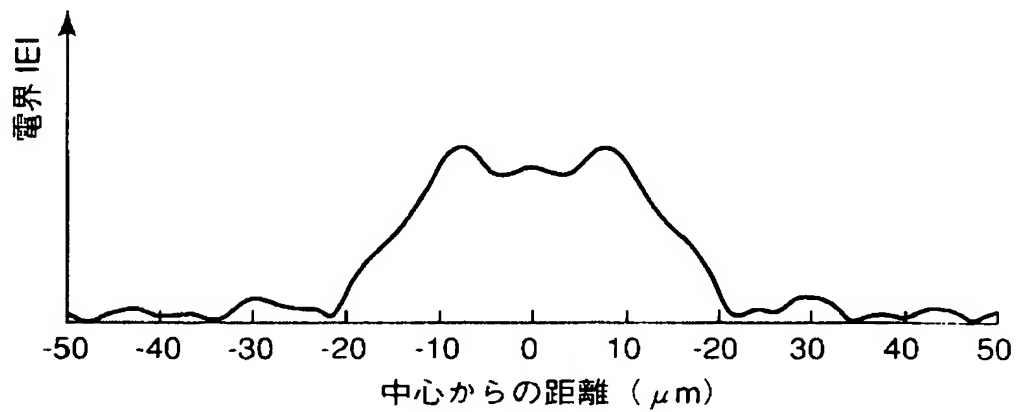
【図 5】



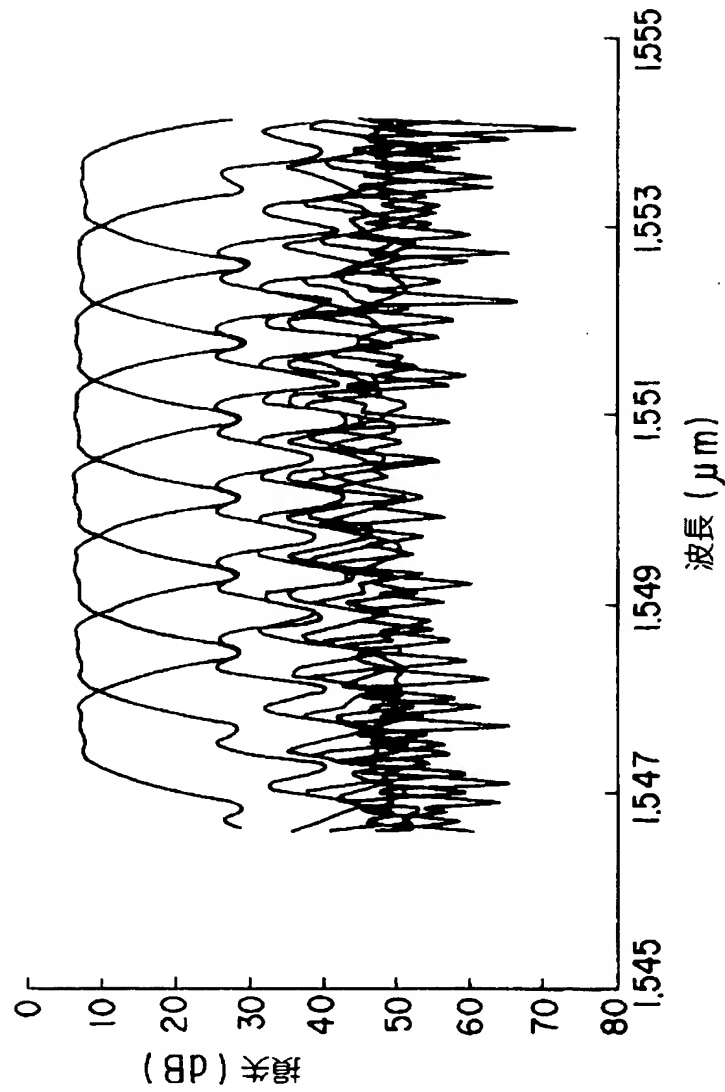
【図 6】



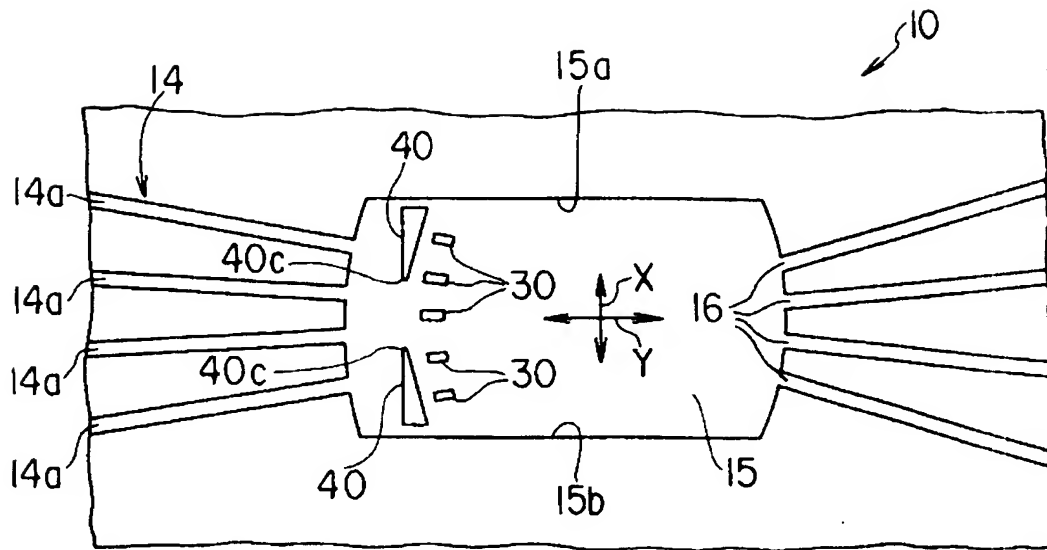
【図 7】



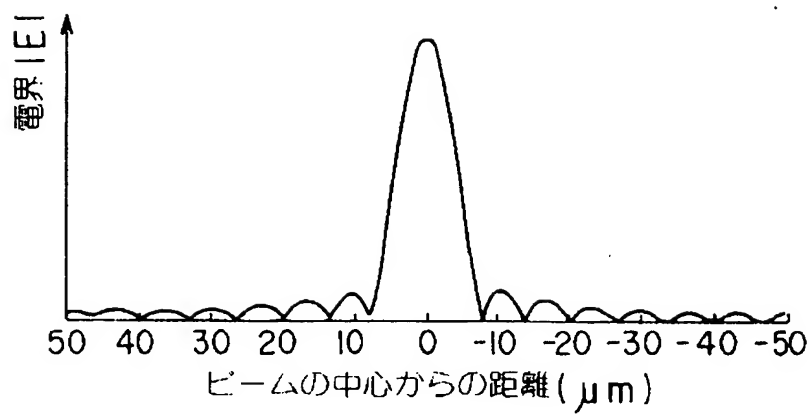
【図 8】



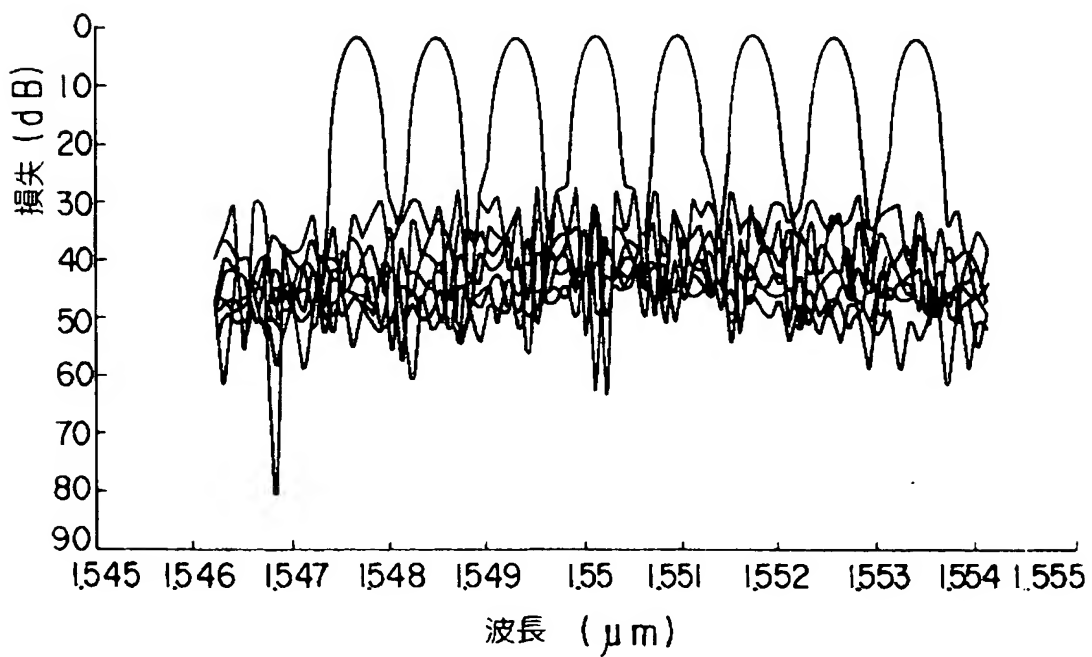
【図 9】



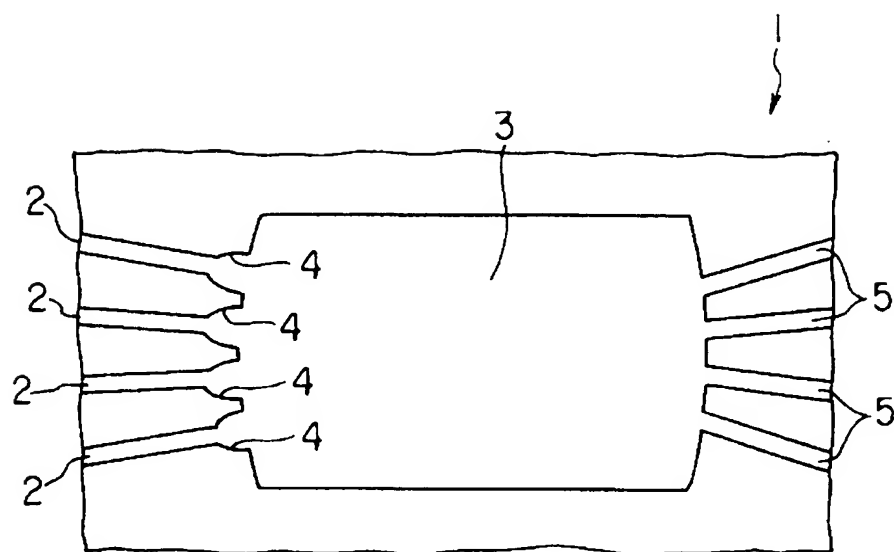
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 界分布のピークが平坦化された広帯域な波長特性を得ることができる光合分波器を提供する。

【解決手段】 入力導波路 1 2 と、第 1 のスラブ導波路 1 3 と、チャネル導波路アレイ 1 4 と、第 2 のスラブ導波路 1 5 と、出力導波路 1 6 とを備えたアレイ導波路回折格子型の光合分波器 1 0 において、第 2 のスラブ導波路 1 5 内のチャネル導波路アレイ 1 4 との境界近傍に、スラブ導波路 1 5 とは屈折率が異なる一対の異屈折率部 4 0 が形成されている。異屈折率部 4 0 は、スラブ導波路 1 5 の両側部 1 5 a, 1 5 b から半島状に突き出ている。チャネル導波路アレイ 1 4 の各導波路 1 4 a から出て出力導波路 1 6 に向かう光がこの異屈折率部 4 0 を通ることにより、第 2 のスラブ導波路 1 5 と出力導波路 1 6 との境界において、界分布のピークが平坦化された光分布が形成される。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 8 8 8 6 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 6 4 0]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 3 月 1 1 日

[変更理由]

名称変更

住 所

神奈川県横浜市金沢区福浦 3 丁目 1 0 番地

氏 名

日本発条株式会社